

**No English title available.**

Patent Number: DE19648402  
Publication date: 1998-05-28  
Inventor(s): HENNINGER MICHAEL (DE)  
Applicant(s): MANNESMANN VDO AG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19648402  
Application Number: DE19961048402 19961122  
Priority Number(s): DE19961048402 19961122  
IPC Classification: G01P3/48; B60R16/08; H02P5/00; F15B21/08  
EC Classification: H02P7/28A, G01P3/48, B60R16/08  
Equivalents: ☐ WO9823967

---

**Abstract**

---

The invention relates to a method for the continuous detection of a rotational speed of electric motors, in which the rotational speed is supplied, for regulation purposes, to a secondary unit of a motor vehicle, in particular to a servo-assisted system. In order to achieve a reliable detection of the motor speed which is simple in terms of assembly and auxiliary material, the rotational speed of a d.c. motor that is fitted with a commutator is determined with the help of an electronic device which emits output signals in accordance with the commutation that occurs in the d.c. motor's path of current.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 196 48 402 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 P 3/48**  
B 60 R 16/08  
H 02 P 5/00  
// F15B 21/08

21 Aktenzeichen: 196 48 402.2  
22 Anmeldetag: 22. 11. 96  
43 Offenlegungstag: 28. 5. 98

DE 196 48 402 A 1

71 Anmelder:  
Mannesmann VDO AG, 60388 Frankfurt, DE  
  
74 Vertreter:  
Raßler, A., Dipl.-Phys., Pat.-Ass., 65824 Schwalbach

72 Erfinder:  
Henninger, Michael, 65779 Kelkheim, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 32 10 134 C3  
DE 44 20 309 A1  
DE-OS 16 73 364

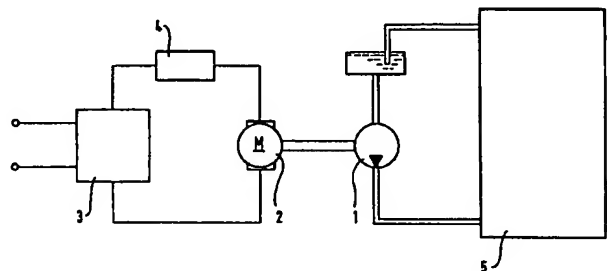
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur kontinuierlichen Erfassung einer Drehzahl von Elektromotoren sowie eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Erfassung einer Drehzahl von Elektromotoren, bei welchen die Drehzahl zu Regelzwecken einem Nebenaggregat eines Kraftfahrzeuges, insbesondere einem Hilfskraftsystem zugeführt wird.

Um eine zuverlässige Erfassung der Motordrehzahl ohne großen Montage- und Hilfsaufwand zu realisieren, wird die Drehzahl eines kommutatorbehafteten Gleichstrommotors mit Hilfe einer elektronischen Einrichtung bestimmt, die Ausgangssignale in Abhängigkeit von der im Stromverlauf des Gleichstrommotors auftretenden Kommutierung abgibt.



DE 196 48 402 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Erfassung einer Drehzahl von Elektromotoren, bei welchen die Drehzahl zu Regelzwecken einem Nebenaggregat eines Kraftfahrzeuges, insbesondere einem Hilfskraftsystem zugeführt wird sowie eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

In der Kraftfahrzeugtechnik ist es hinlänglich bekannt, mittels hydraulischer Fremdenergien, Hilfskraftsysteme zu realisieren. Dabei wird ein Pumpensystem mittels eines Elektromotors angetrieben.

Gemäß DE 44 20 309 A1 ist es bekannt, Laständerungen der Hilfskraftsysteme, die von Betriebsparametern beeinflusst werden, anhand von Drehzahländerungen zu erkennen und auszuregulieren.

Die Drehzahl des Elektromotors wird dabei mit Hilfe externer Sensoren, üblicherweise Hall-Sensoren bestimmt, die im Elektromotor angeordnet sind, und ein drehzahlabhängiges Ausgangssignal an eine Regeleinrichtung geben. Die Regeleinrichtung erkennt die von einer Solldrehzahl des Elektromotors abweichenden Drehzahländerungen und regelt diese aus.

Die Verwendung eines externen Drehzahlsensors führt aber zu einem hohen Herstellungs- und Montageaufwand, da der Drehzahlsensor im Elektromotor justiert und bei dem Einsatz im Kraftfahrzeug besonders erschütterungsfest installiert werden muß.

Die Anordnung im Motor gegenüber der Motorwelle führt darüber hinaus zu Temperatur- und Dichtigkeitsproblemen, da die Verdrahtung des Sensors aus dem Motor herausgeführt werden muß.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur zuverlässigen Erfassung der Motordrehzahl anzugeben, welches ohne großen Montage- und Hilfsaufwand zu realisieren ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Drehzahl eines kommutatorbehafteten Gleichstrommotors mit Hilfe einer elektronischen Einrichtung bestimmt wird, die Ausgangssignale in Abhängigkeit von der im Stromverlauf des Gleichstrommotors auftretenden Kommutierung abgibt.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß keine externen Drehzahlsensoren verwendet werden und somit der damit verbundene Herstellungs-, Konstruktions- und Justageaufwand entfällt.

Dieses Verfahren zur Drehzahlerfassung kann vielseitig in allen Anwendungsfällen des Kraftfahrzeuges eingesetzt werden, wo eine Drehzahl erfaßt werden muß. So z. B. bei Hilfskraftsystemen, Fensterhebern, Sitzverstellung u. ä. Somit muß bloß noch eine Kompaktelektronik am Einsatzort installiert werden.

In einfacher Weise kann die Drehzahl dadurch ermittelt werden, daß aus dem zeitlichen Abstand aufeinanderfolgende Ausgangssignale eine Frequenz bestimmt wird.

Alternativ dazu kann die Anzahl der Ausgangssignale pro Zeiteinheit direkt ausgezählt werden.

In einem Regelkreis wird die so gemessene Drehzahl mit einer vorgegebenen Solldrehzahl des Gleichstrommotors verglichen und bestehende Drehzahlabweichungen werden ausgeglichen.

Außerdem ermöglicht die Ausregelung eine schnelle Reaktion des Motors auf Änderungen der Betriebsparameter, wie Last, Temperatur, Versorgungsspannung, da die im Motor vorhandene kinetische Energie genutzt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet unabhängig von Schwankungen der Versorgungsspannung und der Temperatur.

Da durch die Konstanzhaltung der Drehzahl ein gleichmäßiges akustisches Frequenzspektrum erzeugt wird, sind im Fahrzeug auftretende Geräuscheffekte gezielter zu bedämpfen.

Die Drehzahl wird erfaßt und vorteilhafterweise wird der Gleichstrommotor über ein pulsbreitenmoduliertes Spannungssignal angesteuert.

Bei einer von der Kraftfahrzeuggeschwindigkeit abhängigen Lenkunterstützung wird der Sollwert der Drehzahl an die jeweilige Fahrzeuggeschwindigkeit angepaßt.

Die Erfindung läßt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Fig. näher erläutert werden.

Es zeigt:

Fig. 1 Anordnung zur Ansteuerung einer elektrohydraulischen Druckversorgung,

Fig. 2 Drehzahlregelung im stand-by-Betrieb.

Fig. 3 Flußdiagramm eines für den Mikrocomputer in der Anordnung nach Fig. 1 vorgesehenen Programms

In Fig. 1 ist eine elektrohydraulische Pumpenversorgung schematisch dargestellt, bei welcher eine Lenkkraftunterstützung über den Öldruck in einem Umlaufsystem 5 realisiert wird.

Um die Lenkkräfte auch bei kleiner Übersetzung niedrig halten zu können, wird die Lenkarbeit durch Drucköl unterstützt, welches in einem geschlossenen Kreislauf transportiert wird.

Die Funktion einer solchen Hilfskraftlenkung ist hinreichend bekannt und muß deshalb nicht weiter beschrieben werden.

Die in Fig. 1 dargestellte elektrohydraulische Pumpenversorgung zeigt eine Pumpe 1 zur Regelung des Öldrucks, die von einem bürstenbehafteten Gleichstrommotor 2 getrieben wird. Der Gleichstrommotor 2 ist mit einer elektronischen Einrichtung 4 verbunden, welche wiederum an eine Regeleinrichtung 3 führt.

Die elektronische Einrichtung 4 erkennt nach einem an sich bekannten Verfahren, wie es z. B. in der DE 42 17 265 A1 bekannt ist, anhand des Motorstromverlaufes die Kommutierung des Gleichstrommotors und gibt ein entsprechendes Ausgangssignal ab.

Dieses Kommutierungssignal ist proportional zur Drehzahl des Gleichstrommotors und wird von der Regeleinrichtung 3, welche vorzugsweise ein Mikroprozessor ist, ausgewertet und daraus die Drehzahl des Gleichstrommotors bestimmt. Die Drehzahlbestimmung kann durch ein an sich bekanntes Frequenzmeßverfahren erfolgen, bei welchem die Periodendauer, zwischen den eine Kommutierung repräsentierenden negativen oder positiven Flanken des Ausgangssignals bestimmt wird.

Mit Hilfe dieses Zeitabstandes wird berechnet, wie häufig dieses Signal pro betrachteter Zeiteinheit, z. B. einer Minute, auftritt.

Eine andere Möglichkeit sieht vor, daß die, die Kommutierung repräsentierende Flanke in einem Zeitraum x ausgezählt wird.

Die Regeleinrichtung 3 vergleicht die so gewonnenen Drehzahlensignale mit einer Solldrehzahl, die in ihrem Speicher abgelegt ist. Auftretende Drehzahlschwankungen des Gleichstrommotors werden so festgestellt und der Gleichstrommotor wird in Abhängigkeit von diesen Schwankungen von der Regeleinrichtung 3 getaktet angesteuert.

Anhand der Darstellung in Fig. 3 soll nun der Regelkreislauf im stand-by-Betrieb erläutert werden.

Der Mikroprozessor 3 steuert den Gleichstrommotor 2 so an, daß bei jeglicher Änderung des Drehmomentes M die gleiche Drehzahl  $n_{\text{sol}}_{\text{SB}}$  erreicht wird.

Der Mikroprozessor 3 steuert den Gleichstrommotor 2

über ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal an, welches unabhängig vom Lastmoment des Motors das zur Aufrechterhaltung der Drehzahl  $n_{\text{solld}}$  notwendige Puls-Periodendauer-Verhältnis zur Verfügung stellt.

Bordnetzspannungsänderungen und Temperatureinflüsse auf das System werden dabei ebenfalls ausgeglichen.

Zur Realisierung einer geschwindigkeitsabhängigen Lenkhilfeunterstützung wertet der Mikroprozessor 3 zusätzlich die Fahrgeschwindigkeit  $v$  des Kraftfahrzeuges aus. Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit kann die Solldrehzahl  $n_{\text{solld}}$  entsprechend angepaßt werden.

Die Regelung des Gleichstrommotors in Abhängigkeit der von Änderung der Betriebsparameter, insbesondere des Lenkwinkels hervorgerufenen Drehzahlschwankungen soll mit Hilfe der Fig. 3 erläutert werden.

Ausgehend von einem stand-by-Betrieb wird der Gleichstrommotor nur im Bedarfsfall mit voller Leistung betrieben.

Dem Verfahren liegt dabei die Überlegung zugrunde, daß mit erhöhter Last (steigendes Drehmoment  $M$ ) die Drehzahl  $n$  des Gleichstrommotors 2 abfällt.

Nach Einschalten des Hilfskraftsystems wird durch den Mikrocomputer 3 an den Gleichstrommotor 2 ein PWM-Signal von z. B. 40% abgegeben. Der Motor 2 befindet sich im stand-by-Betrieb. Während dieses stand-by-Betriebs ist eine Drehzahlregelung aktiv, welche die augenblickliche Drehzahl  $n$  auf eine stand-by-Solldrehzahl  $n_{\text{solld}}$  ausregelt, was durch Nachführen des Puls-Periodendauer-Verhältnisses des Motoransteuersignals geschieht.

Die während dieser Zeit auftretenden Drehzahlschwankungen  $\Delta n$  werden im Schritt 3 dahingehend ausgewertet, ob der Betrag der Schwankungen  $\Delta n$  über einen Zeitraum  $\Delta t_1$  größer ist als ein erster Schwellwert  $x$ , wodurch auf einen Einbruch der Drehzahl  $n$  geschlossen wird. Ist dies der Fall, wird bei 5 die Drehzahlregelung deaktiviert und ein PWM-Signal von 100% abgegeben. Der Motor arbeitet im Lastbetrieb.

Wird an Schritt 3 festgestellt, daß der Betrag  $\Delta n/\Delta t$  kleiner ist als der erste Schwellwert  $x$ , wird bei Schritt 4 abgefragt, ob das Puls/Periodendauer-Verhältnis des PWM-Signals größer ist als ein vorgegebener Schwellwert  $y$ . Ist dies der Fall, wird der Elektromotor 2 ebenfalls in den Lastbetrieb geschaltet (Schritt 5). Ist dies nicht der Fall, verbleibt der Motor bei Schritt 2 im stand-by-Betrieb.

Arbeitet der Elektromotor 2 im Lastbetrieb, überprüft der Mikrocomputer, ob die augenblickliche Drehzahl  $n$  während eines festen Zeitraumes  $\Delta t_2$  größer ist als ein Drehzahlschwellwert  $n_s$  (Schritt 6). Dabei wird vorausgesetzt, daß der feste Zeitraum  $\Delta t_2$  einen Mindestzeitraum  $t$  überschreitet.

Ist dieser Fall eingetreten, wird darauf geschlossen, daß die Lastanforderungen sich verringert haben. Der Elektromotor 2 wird im Schritt 2 wieder in den oben beschriebenen stand-by-Zustand geschaltet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Erfassung einer Drehzahl von Elektromotoren, wobei die Drehzahl zu Regelzwecken eines Nebenaggregates bei Kraftfahrzeugen genutzt wird, insbesondere für Hilfskraftsysteme eines Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehzahl eines kommutatorbehafteten Gleichstrommotors mit Hilfe einer elektronischen Einrichtung bestimmt wird, die Ausgangssignale in Abhängigkeit von der dem Stromverlauf des Gleichstrommotors auftretenden Kommutierung abgibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet

net, daß aus dem zeitlichen Abstand aufeinanderfolgender Ausgangssignale eine Frequenz bestimmt wird, aus welcher die Drehzahl des Gleichstrommotors ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Ausgangssignale pro Zeiteinheit direkt ausgewertet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß Drehzahlabweichungen von einer vorgegebenen Solldrehzahl des Gleichstrommotors erkannt und ausgeglichen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Laständerung hervorgerufenen Drehzahlabweichungen ausgeglichen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Änderung des Lenkmomentes hervorgerufenen Drehzahlabweichungen ausgeglichen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Solldrehzahl entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit variiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Änderung der Versorgungsspannung hervorgerufenen Drehzahlabweichungen ausgeglichen werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Temperatureinflüsse hervorgerufenen Drehzahlabweichungen ausgeglichen werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gleichstrommotor zur Ausregelung der Drehzahlabweichungen getaktet angesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die getaktete Ansteuerung des Gleichstrommotors über eine Variation der Pulsweite des Ansteuersignals erfolgt.

12. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichstrommotor (2) mit einer Regelelektronik (3) über eine elektronische, ein drehzahlproportionales Signal liefernde Einrichtung (4) verbunden ist.

13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichstrommotor (2) eine Pumpe (1) antreibt, die den Öldruck in einem Lenkunterstützungsumlaufsystem (5) realisiert.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

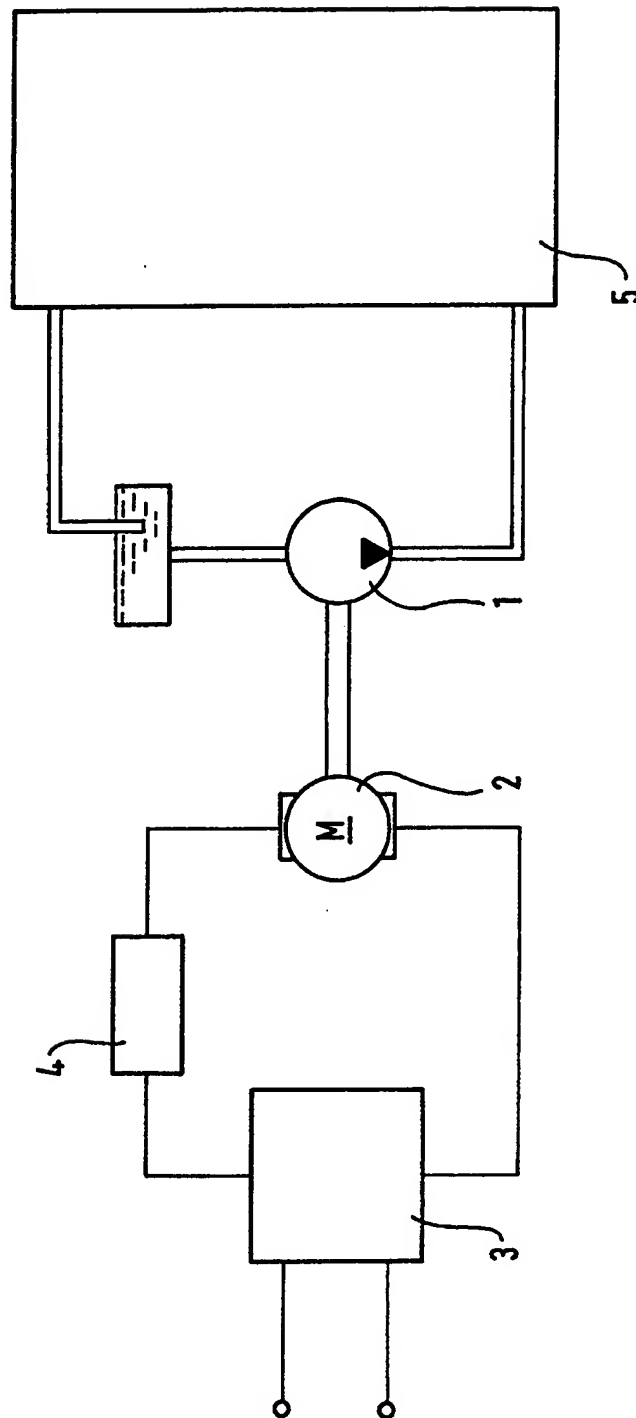


Fig. 1

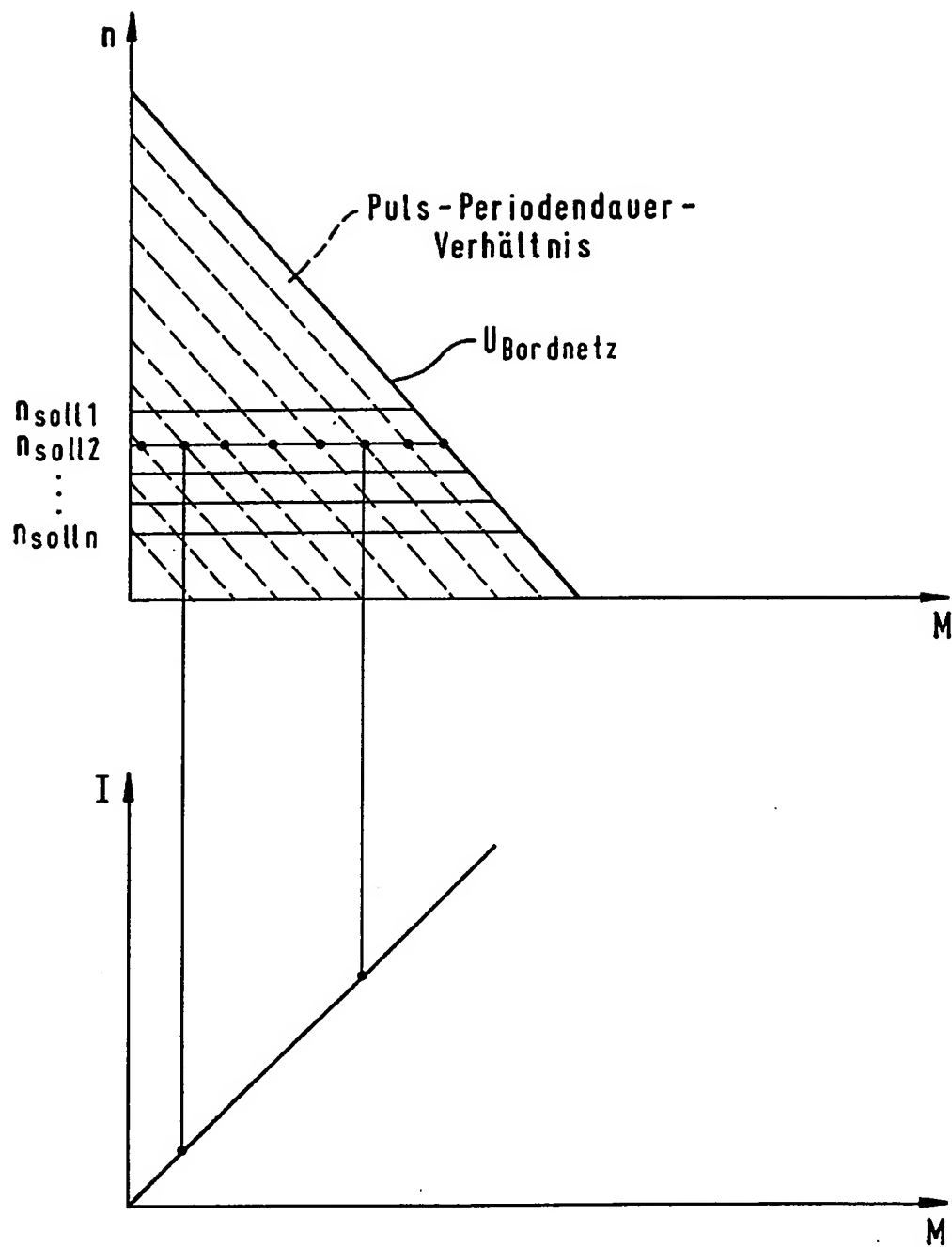


Fig. 2

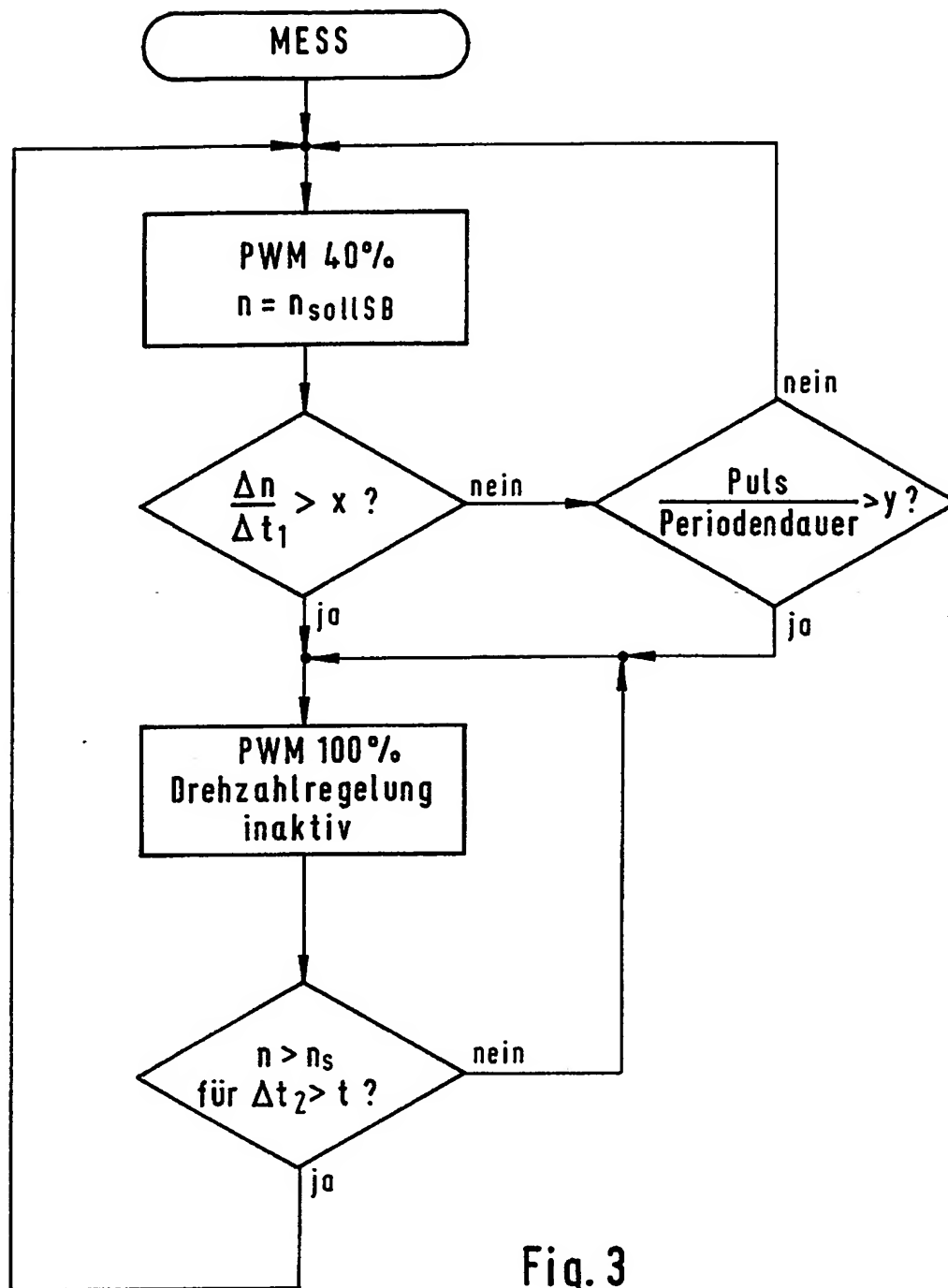


Fig. 3